



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09097136 A**

(43) Date of publication of application: 08.04.97

(51) Int. Cl.

G06F 3/06
G06F 13/00
G06F 13/00
H04N 5/93
H04N 7/173

(21) Application number: **07253293**

(22) Date of filing: **29.09.95**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(72) Inventor: KANAI TATSUNORI
ASANO SHIGEHIRO
AIKAWA TAKESHI

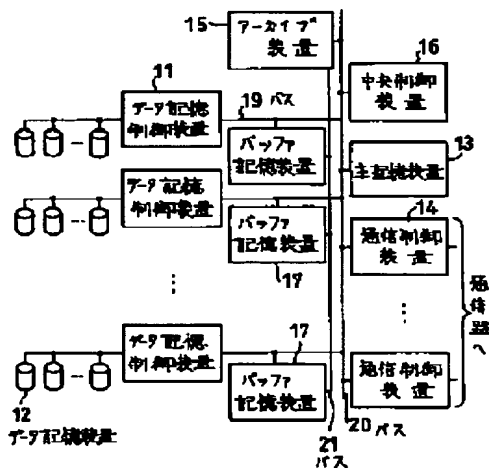
**(54) CONTINUOUS DATA SERVER DEVICE AND
CONTINUOUS DATA TRANSFER METHOD**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To continuously transfer the data between an archive device that minimizes the influence caused to the message distribution processing and a data storage by preparing one or more exclusive buffer storages against the combination of each of data storage controllers and the archive device.

SOLUTION: The data are continuously transferred to a corresponding data storage 12 from an archive device 15 via one of data storage controllers 11 or the data are continuously transferred to the device 15 from one of storages 12 via a corresponding controller 11. In such a case, the exclusive buffer storages 17 are placed between the device 15 and the controllers 11. In such a constitution, a main storage 3, the devices 17 and buses 19 to 21 which are used by other controllers 11 are not needed when the data are continuously transferred between the device 15 and the corresponding controller 11. Therefore, such an influence that the number of continuous data which, can be simultaneously distributed, are decreased, can be avoided to the message distribution processing.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-97136

(43)公開日 平成9年(1997)4月8日

(5i)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 3/06	3 0 1		G 0 6 F 3/06	3 0 1 R
13/00	3 5 3		13/00	3 5 3 Q
	3 5 7			3 5 7 Z
H 0 4 N 5/93			H 0 4 N 7/173	
7/173			5/93	E
			審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)	

(21)出願番号 特願平7-253293

(22)出願日 平成7年(1995)9月29日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 金井 達徳

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 浅野 滋博

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 相川 健

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

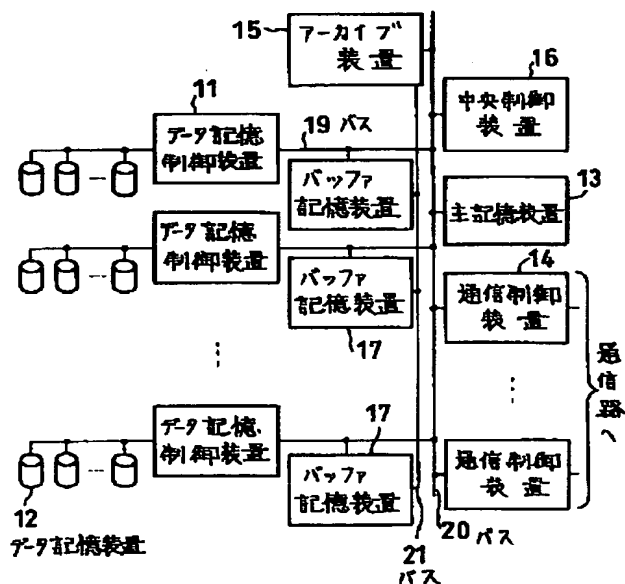
(74)代理人 弁理士 外川 英明

(54)【発明の名称】 連続データサーバ装置及び連続データ転送方法

(57)【要約】

【課題】 アーカイブ装置からの読み出しや、アーカイブ装置への書き込み時にも、同時に配信可能な連続データの数を減らすことなく連続データの配信を行なう連続データサーバ装置の提供。

【解決手段】 複数のデータ記憶制御装置それぞれと、アーカイブ装置の組合せに対して、それぞれ1つ以上の専用のバッファ記憶装置を設け、アーカイブ装置とあるデータ記憶制御装置との間で連続データを転送する場合に、そのデータ記憶制御装置とアーカイブ装置の間の専用のバッファ記憶装置を用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】連続データを記憶し所望の連続データを読み出すことのできるアーカイブ装置から読み出された該連続データを保持するための複数のバッファ記憶装置と、

前記バッファ記憶装置に保持されている前記連続データを読み出し、連続データを記憶するためのデータ記憶装置へ書き込む複数のデータ記憶制御装置とを備え、前記バッファ記憶装置を1つの前記データ記憶制御装置と前記アーカイブ装置とからなる組合せのそれぞれに対して専用になくとも1つずつ設けたことを特徴とする連続データサーバ装置。

【請求項2】所望の連続データをデータ記憶装置へ書き込む複数のデータ記憶制御装置と、該各データ記憶制御装置と連続データを記憶し所望の連続データを読み出すことのできるアーカイブ装置との間にそれぞれ少なくとも1つずつ設けられた複数のバッファ記憶装置とを備えた連続データサーバ装置において要求された連続データを転送する連続データ転送方法であって、前記アーカイブ装置に対する連続データの読み出し要求を受け付け、

この要求により読み出された連続データのデータ記憶装置への書き込みを行うべきデータ記憶制御装置に対応するバッファ記憶装置を選択し、選択されたバッファ記憶装置に前記アーカイブ装置から読み出された連続データを書き込ませることを特徴とする連続データ転送方法。

【請求項3】連続データを記憶するデータ記憶装置から所望の連続データを読み出す複数のデータ記憶制御装置と、

前記データ記憶制御装置によって読み出された前記連続データを保持するための複数のバッファ記憶装置とを備え、

前記バッファ記憶装置に保持されている前記連続データを読み出して記憶することのできるアーカイブ装置と1つの前記データ記憶制御装置とからなる組合せのそれぞれに対して専用になくとも1つずつ前記バッファ記憶装置を設けたことを特徴とする連続データサーバ装置。

【請求項4】所望の連続データをデータ記憶装置から読み出す複数のデータ記憶制御装置と、該各データ記憶制御装置と読み出された連続データを記憶することのできるアーカイブ装置との間にそれぞれ少なくとも1つずつ設けられた複数のバッファ記憶装置とを備えた連続データサーバ装置において要求された連続データを転送する連続データ転送方法であって、

前記アーカイブ装置に対する連続データの書き込み要求を受け付け、

この要求により書き込まれるべき連続データのデータ記憶装置からの読み出しを行うデータ記憶制御装置を選択し、

選択されたデータ記憶制御装置に対応するバッファ記憶装置に前記データ記憶装置から読み出された連続データを書き込ませることを特徴とする連続データ転送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオサーバ等のデータファイルサーバにおいてビデオファイルなどの一連の連続データからなるデータファイルを蓄積・配信するための連続データサーバ装置に関する。

10 【0002】

【従来の技術】映像や音声のような連続データを扱う連続データサーバ計算機は、記憶装置に記憶した連続データを読み出し、端末装置に対して時間に同期しながらリアルタイムに連続的にデータを配信すなわち送り出す機能を持つ。このような連続データサーバ計算機は、複数の映画等のビデオデータを記憶し、端末からのリクエストに応じて任意の映画を送り出すビデオ・オン・デマンドや、ネットワークを介して映像による商品情報を提供するオンライン・ショッピングなどの分野で使用される。このような連続データサーバ計算機には、同時に多数のユーザに対して、それぞれ異なる連続データの送り出しを行なう能力が要求される。

【0003】従来の連続データサーバ計算機は図2に示すような構成を持つ。すなわち、ユーザあるいはアプリケーションプログラムによって発せられた連続データへのアクセス要求は、プロセス間通信やネットワークを経由した通信等の手段によって中央制御装置10に伝えられる。中央制御装置10は要求された連続データの読み出しを各データ記憶制御装置11に伝える。データ記憶制御装置11は指示された連続データをデータ記憶装置12から読み出して主記憶装置13に書き込む。その後中央制御装置10は主記憶装置13上のデータの送り出しを通信制御装置14に指示する。指示された連続データがデータ記憶装置12上に存在しない場合は、アーカイブ装置15から読み出す。

【0004】連続データサーバ計算機において連続データを記憶するデータ記憶装置には、ディスク装置を用いることが多い。ディスク装置としては磁気ディスク装置を用いる場合が多いが、光ディスクや光磁気ディスク装置等を用いる場合もある。ディスク装置以外にも、RAMやEEPROM等の半導体記憶装置を用いることもある。

【0005】データ記憶装置としてディスクを用いる場合、特定のディスク装置に記憶している連続データの異なる部分へ同時に多数のユーザからのアクセスが集中すると、ディスクのアクセス速度が隘路となり、すべてのユーザにリアルタイムでデータを送り出すことができなくなる。連続データとして一台の磁気ディスクにビデオが入っている場合、一本のビデオを多数のユーザが一分おきにずれて見るような場合がこれに相当する。

【0006】例えば映像データの場合、ひとりのユーザの端末に対して平均1.5Mbit/secの速度で連続データを送り出すものとする。この映像データを記憶する磁気ディスク装置が最大2MByte/secの速度でデータを読み出せるものとする、1台の磁気ディスク装置からは最大10ユーザへの送り出ししかすることができない。

【0007】このようなディスク装置のネックを解消する手法としてストライピングと呼ぶ技法が用いられる。ストライピング技法は複数台のディスク装置を用いて全体のデータ転送能力（総バンド幅）を大きくする。さらにひとつの連続データを分割して複数台のディスク装置に記憶することによって、同一の連続データへ多数のユーザが同時にアクセスすることを可能にする。

【0008】n台のディスク装置にストライピングを行っている場合、n台のディスクに記憶したデータの排他的論理和をとり、その値をパリティとしてn+1台目のディスクに記憶することにより、n+1台のディスク装置の内の1台が故障した場合でも他のディスク装置のデータの排他的論理和を計算することで復旧できる。この技法はRAIDとして広く知られている。

【0009】ストライピングを行うことで、複数のユーザが同一の連続データの異なる部分へアクセスするような最悪の場合にも対処できるバンド幅の広い記憶装置を構成することが可能になる。しかし図2のように1台の計算機に複数のディスク装置を接続し、ストライピングでバンド幅を稼いだとしても、その計算機の持つバスの転送速度によって同時にアクセスできるユーザ数は限定されてしまう。

【0010】連続データサーバ装置は、連続データの利用頻度に応じて異なる記憶装置に記録することによって、コスト性能比の良いシステムを構成することが可能なことは広く知られている。

【0011】すなわち、利用頻度の高いデータは磁気ディスク装置などの容量当りの記録コストは高いがアクセス速度の速いデータ記憶装置に記録する。ここでアクセス速度とは、データの要求を受け取ってからそのデータの送り出しを開始するまでの頭出しに要する時間である。これらの装置はオンラインで接続されているので、頭出し時間を短くすることができる。

【0012】極端に利用頻度の高いデータの場合には、半導体メモリのようなさらに記録コストは高いがアクセス速度の非常に高いデータ記憶装置を用いる場合もある。一方、利用頻度の低いデータはアーカイブ装置に記録管理する。アーカイブ装置は磁気テープや光ディスクあるいは光磁気ディスクのような容量当りの記録コストは低いアクセス速度の遅い記憶装置である。これらの記憶装置は通常、データを記録するテープあるいはディスクがリムーバブルになっている。

【0013】すなわち、記録媒体はデータの読み書きを行う駆動装置から取り外せる構造になっている。そのた

め容量当たりの記録コストは記憶媒体のみの価格になるため、リムーバブルでない磁気ディスク装置等に比べると低コストになる。しかし、データの要求を受け取るとそのデータの記録されている記録媒体を駆動装置に装着しなければ読み出せないため、アクセス速度は遅くなる。

【0014】連続データサーバ装置は、アクセス頻度の高い連続データは複数台の磁気ディスク装置等のデータ記憶装置に記録する。アクセス頻度の低いビデオデータは光ディスク等を用いたアーカイブ装置に記録する。磁気ディスク装置に記録していない連続データの要求がくると、アーカイブ装置からデータ記憶装置に連続データを読み出してくる。

【0015】アーカイブ装置からデータ記憶装置に読み出されてきた連続データは、読み出しを続けながらユーザに送り出す方式と、読み終ってからユーザに送り出す方式がある。読み出しながら送る方式では、ユーザからの要求が来てから連続データが送り出されるまでの時間は短い、早送りなどのトリックプレイが制限される。読み終ってから送り出す方式では、ユーザからの要求が来てから連続データが送り出されるまでの時間は大きくなるが、完全にデータ記憶装置に入ってから送り出すためトリックプレイ等の制限はなくなる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】従来、アーカイブ装置とデータ記憶装置の間で連続データを転送する場合には、連続データを一時的に主記憶装置に書き込むため、本来の連続データの配信に使用できる主記憶装置の領域が減少するという問題点があった。

【0017】また、アーカイブ装置とデータ記憶装置の間で連続データを転送する場合には、連続データをアーカイブ装置と主記憶装置の間で転送する時にバスを占有するため、本来の連続データの配信に使用できるバスの占有時間が減少するという問題点があった。

【0018】これによって、アーカイブ装置とデータ記憶装置の間で連続データを転送している間は、配信できる連続データの数（ストリーム数）が低下するという問題点があった。

【0019】さらに同様の理由によって、特定のデータ記憶装置に対してアーカイブ装置から読み出した連続データを書き込む場合、他のデータ記憶装置から読み出して配信できる連続データの数が制限されるという問題点があった。

【0020】特に、RAID構成のデータ記憶装置を用いる連続データサーバ装置において、故障したデータ記憶装置を修理して、そのデータ記憶装置に記憶すべきデータをアーカイブ装置から読み出して書き込む作業を続けながら、一方ではRAIDのパリティを用いて故障したデータ記憶装置に記憶した連続データを復元しながら

配信を行なう場合、故障発生前と後では配信できるストリーム数が減少してしまうという問題点があった。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明（請求項1）に係る連続データサーバ装置は、連続データを記憶し所望の連続データを読み出すことのできるアーカイブ装置から読み出された該連続データを保持するための複数のバッファ記憶装置と、前記バッファ記憶装置に保持されている前記連続データを読み出し、連続データを記憶するためのデータ記憶装置へ書き込む複数のデータ記憶制御装置とを備え、前記バッファ記憶装置を1つの前記データ記憶制御装置と前記アーカイブ装置とからなる組合せのそれぞれに対して専用少なくとも1つずつ設けたことを特徴とする。

【0022】本発明（請求項2）に係る連続データ転送方法は、所望の連続データをデータ記憶装置へ書き込む複数のデータ記憶制御装置と、該各データ記憶制御装置と連続データを記憶し所望の連続データを読み出すことのできるアーカイブ装置との間にそれぞれ少なくとも1つずつ設けられた複数のバッファ記憶装置とを備えた連続データサーバ装置において要求された連続データを転送する場合に、前記アーカイブ装置に対する連続データの読み出し要求を受け付け、この要求により読み出された連続データのデータ記憶装置への書き込みを行うべきデータ記憶制御装置に対応するバッファ記憶装置を選択し、選択されたバッファ記憶装置に前記アーカイブ装置から読み出された連続データを書き込ませることを特徴とする。

【0023】本発明（請求項3）に係る連続データサーバ装置は、連続データを記憶するデータ記憶装置から所望の連続データを読み出す複数のデータ記憶制御装置と、前記データ記憶制御装置によって読み出された前記連続データを保持するための複数のバッファ記憶装置とを備え、前記バッファ記憶装置に保持されている前記連続データを読み出して記憶することのできるアーカイブ装置と1つの前記データ記憶制御装置とからなる組合せのそれぞれに対して専用少なくとも1つずつ前記バッファ記憶装置を設けたことを特徴とする。

【0024】本発明（請求項4）に係る連続データ転送方法は、所望の連続データをデータ記憶装置から読み出す複数のデータ記憶制御装置と、該各データ記憶制御装置と読み出された連続データを記憶することのできるアーカイブ装置との間にそれぞれ少なくとも1つずつ設けられた複数のバッファ記憶装置とを備えた連続データサーバ装置において要求された連続データを転送する場合に、前記アーカイブ装置に対する連続データの書き込み要求を受け付け、この要求により書き込まれるべき連続データのデータ記憶装置からの読み出しを行うデータ記憶制御装置を選択し、選択されたデータ記憶制御装置に対応するバッファ記憶装置に前記データ記憶装置から読

み出された連続データを書き込ませることを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の連続データサーバ装置及び連続データ転送方法では、複数のデータ記憶制御装置それぞれと、アーカイブ装置の組合せに対して、それぞれ1つ以上の専用のバッファ記憶装置を設ける。すなわち、アーカイブ装置からあるデータ記憶制御装置を介して対応するデータ記憶装置に連続データを転送する場合に、あるいは、あるデータ記憶装置から対応するデータ記憶制御装置を介してアーカイブ装置に連続データを転送する場合に、そのデータ記憶制御装置とアーカイブ装置の間の専用のバッファ記憶装置を用いる。

【0026】このようにすれば、アーカイブ装置とデータ記憶制御装置の間の連続データ転送時に、他のデータ記憶制御装置が使用する主記憶装置やバッファ記憶装置やバスを利用しないので、連続データの配信処理に対して、同時に配信できる連続データの数（ストリーム数）が減少するといったような影響を与えることがなくなる。すなわち、配信処理に対する影響を最小限にしたアーカイブ装置とデータ記憶装置の間の連続データ転送が可能となる。

【0027】本発明の連続データサーバ装置では、連続データを記憶するデータ記憶装置としては、具体的にはディスク装置を用いることができる。ディスク装置としては磁気ディスク装置を用いる場合が多いが、光ディスクや光磁気ディスク装置等を用いる場合もある。ディスク装置以外にも、RAMやEEPROM等の半導体記憶装置を用いることもできる。

【0028】データ記憶制御装置としては、具体的にはSCSIコントローラを用いる事ができる。1台のSCSIコントローラには複数台のSCSIインタフェースを持ったディスク装置を接続することができる。他にも、FIBER CHANNELなどディスク装置を接続する為の各種のインタフェース装置を用いる事ができる。

【0029】アーカイブ装置としては、具体的には磁気テープや光ディスクあるいは光磁気ディスクのような容量当たりの記録コストは低いがアクセス速度の遅い記憶装置を用いる事ができる。これらの記憶装置は通常、データを記録するテープあるいはディスクがリムーバブルになっている。すなわち、記録媒体はデータの読み書き或いは読み出しのみを行う駆動装置から取り外せる構造になっている。そのため容量当たりの記録コストは記憶媒体のみの価格になるため、リムーバブルでない磁気ディスク装置等に比べると低コストになる。しかし、データの要求を受け取るとそのデータの記録されている記録媒体を駆動装置に装着しなければ読み出せないため、アクセス速度は遅くなる。

【0030】バッファ記憶装置としては、具体的には半導体メモリを用いることができる。なお、アーカイブ装

置とデータ記憶制御装置の間の連続データ転送と並行して、ユーザあるいはアプリケーションプログラムによって発せられた連続データへのアクセス要求に従い、該当する連続データが、データ記憶制御装置によりデータ記憶装置から読み出され、主記憶装置にいったん蓄積された後、通信制御装置により通信路へ送出されるが、アーカイブ装置とバッファ記憶装置との間を接続するパスと、データ記憶制御装置と主記憶装置と通信制御装置との間を接続するパスとは、互いに独立して設けることが好ましい。また、各データ記憶制御装置と対応するバッファ記憶装置との間を接続するパスは、それぞれ独立して設けることが好ましい。この場合、一つのバッファ記憶装置は、対応するデータ記憶制御装置との間のパスと、アーカイブ装置との間のパスの双方に接続するように、機能的に2つのポートを有するメモリにより構成すると良い。

【0031】（具体例1）本発明の具体的な実施の形態の例を、図1に示す構成図及び図3に示す中央制御装置の動作手順を用いて、説明する。

【0032】指示された連続データがデータ記憶装置12上に存在せず、アーカイブ装置15から読み出す場合（S1YES, S3YES）、中央制御装置16はアーカイブ装置15に、どの連続データのどの部分をどのバッファ記憶装置17に書き込むかを指示する（S4, S5）。アーカイブ装置15は指示された連続データを読み出して、指示されたバッファ記憶装置17に書き込む。書き込みが完了するとアーカイブ装置15は中央制御装置16にそのことを知らせる。その後、中央制御装置16は、読み出した連続データを書き込むデータ記憶装置12に接続しているデータ記憶制御装置11に対して、アーカイブ装置15がバッファ記憶装置17に書き込んだ内容をそのデータ記憶装置12の指定した位置に書き込むように指示する（S6）。S5及びS6を要求された連続データについての処理が終了するまで繰り返す。

【0033】ここで、ユーザからのアクセス要求に基づいて連続データが指示された場合は、アーカイブ装置15から読み出した連続データは、バッファ記憶装置17へ書き込まれる（S4, S5）と共に主記憶装置13へも書き込まれ、通信制御装置14を介してユーザへ送出される。

【0034】データ記憶装置12に記憶している連続データをアーカイブ装置15に書き込む場合（S1YES, S3NO）は、逆の経路で連続データが流れる（S7, S8, S9）。

【0035】なお、図1におけるデータ記憶制御装置11のそれぞれが、図6のように構成されていても良い。すなわち、それぞれ対応するデータ記憶装置12からの読み出し及び書き込みを行うデータ記憶制御部101が複数集まって、一つのデータ記憶制御装置11を構成し

ていても良い。

【0036】アーカイブ装置は図4に示すように、複数の記録媒体27とそれを格納する棚26、記録媒体に記録された連続データの読み出しや場合によっては書き込みを行う駆動装置（ドライブとも呼ばれる）24、棚にある記録媒体を駆動装置に装着するためのロボット装置23、駆動装置とロボット装置を制御する制御装置25から構成される。記録媒体は具体的には光ディスクや光磁気ディスク、磁気テープなどである。制御装置はどの連続データがどの記憶媒体に入っているかを管理し、アクセス要求に従ってどの記録媒体をどの駆動装置で読み出しあるいは書き込みするかを決定し、必要な記録媒体の駆動装置への装着をロボット装置に指示する。さらに、駆動装置で読み出した連続データを要求元の計算機（バス20、バス21）に送り出す働き、および要求元の計算機（バス21）から送られて来た連続データを駆動装置によって書き込む働きを持つ。

【0037】（具体例2）本発明の別の実施形態の例を図5に示す。本例の連続データサーバ装置は、データ記憶制御装置11と通信制御装置14とバッファ記憶装置18を図5のように接続する。つまり、すべてのデータ記憶制御装置11とすべての通信制御装置14の組み合わせに対して、そのデータ記憶制御装置11とその通信制御装置14に接続されたバッファ記憶装置18を設ける。このバッファ記憶装置18の集合は、図1における主記憶装置13に対応する役割を果たすが、このような構成により、任意のデータ記憶制御装置と任意の通信制御装置との間には、その間の連続データの受渡しに用いる専用のバッファ記憶装置を設けることができ、データ記憶制御装置とバッファ記憶装置の間のデータパス（19）およびバッファ記憶装置と通信制御装置の間のデータパス（22）の双方が多重化され、データパスのデータ転送能力を高めることができる。この構成については、特願平7-29749号に詳しい。

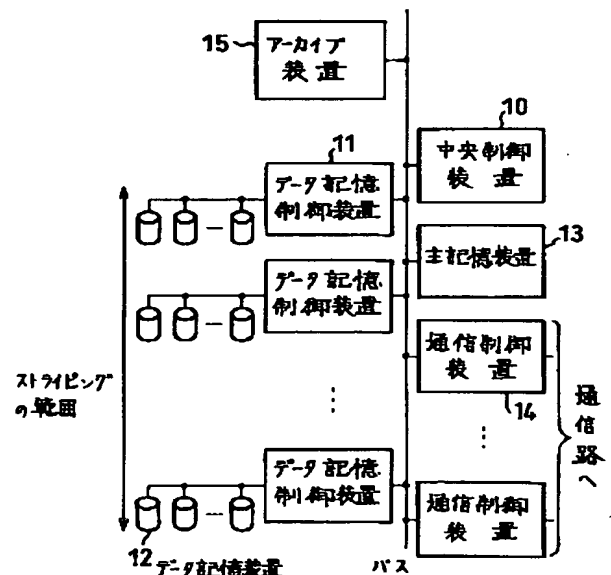
【0038】本例では、この構成に加えさらに、アーカイブ装置15と各データ記憶制御装置11のすべての組み合わせに対して、そのデータ記憶制御装置11とアーカイブ装置15に接続されたバッファ記憶装置17を設ける。このような構成により、アーカイブ装置と任意のデータ記憶制御装置との間には、その間の連続データの受渡しに用いる専用のバッファ記憶装置を設けることができ、アーカイブ装置とデータ記憶制御装置の間のデータパス（19）が多重化され、データパスのデータ転送能力を高めることができる。また、通信制御装置からの連続データの配信処理に影響を与えずに、アーカイブ装置とデータ記憶制御装置の間で連続データの転送を行なうことができる。

【0039】図5の連続データサーバ装置におけるバッファ記憶装置17の用い方は、図3に示したと同様であり、中央制御装置16はアーカイブ装置15に、どの連

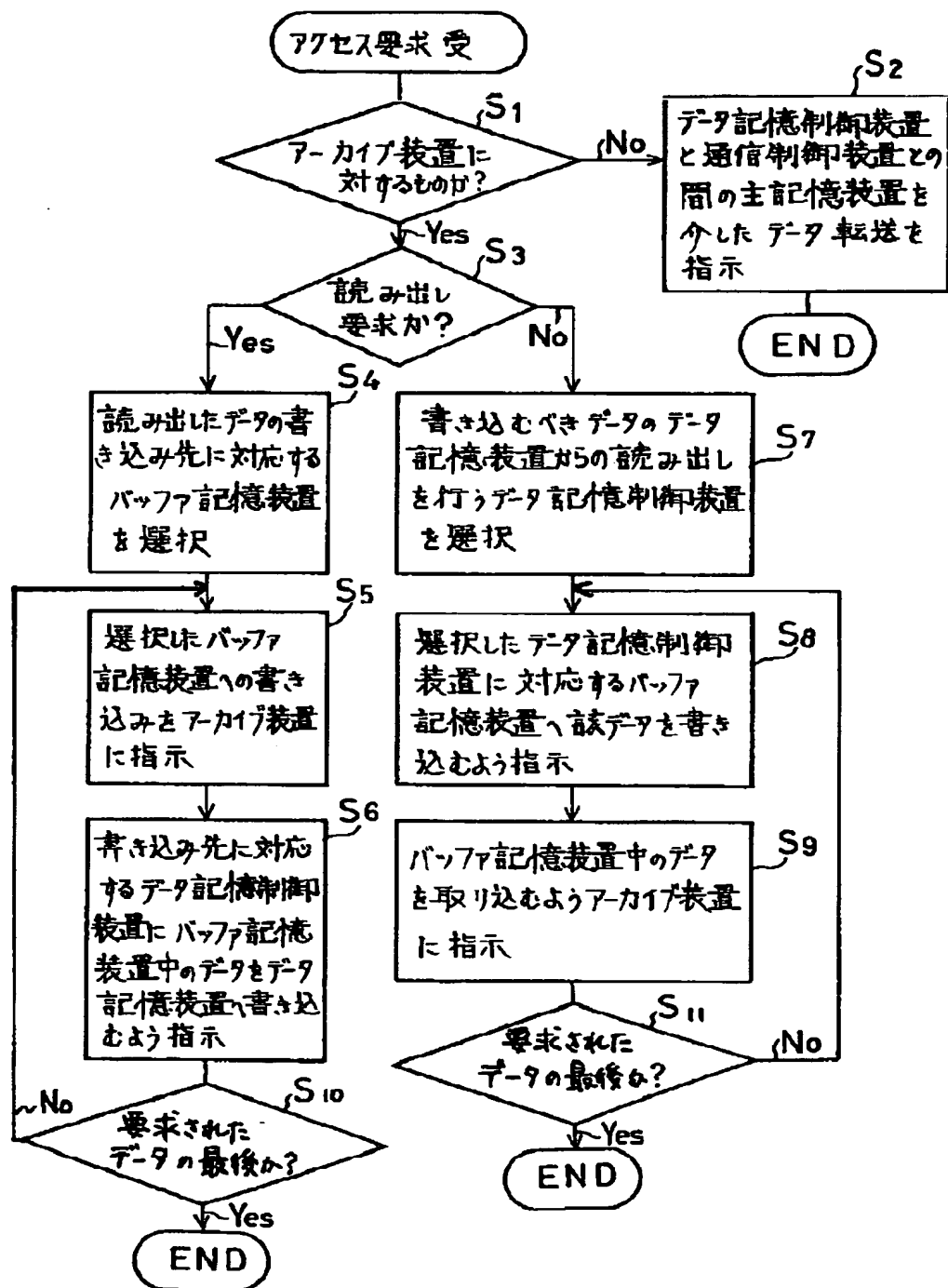
*

10 10、16…中央制御装置
11…データ記憶制御装置
12…データ記憶装置
13…主記憶装置
14…通信制御装置
15…アーカイブ装置
17、18…バッファ記憶装置
19、20、21、22…バス
23…ロボット装置
24…駆動装置
20 25…制御装置
26…棚
27…記憶媒体

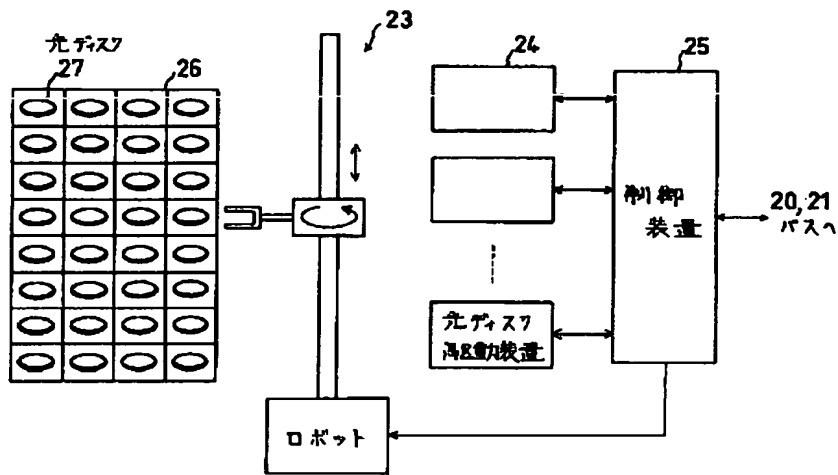
【図 2】



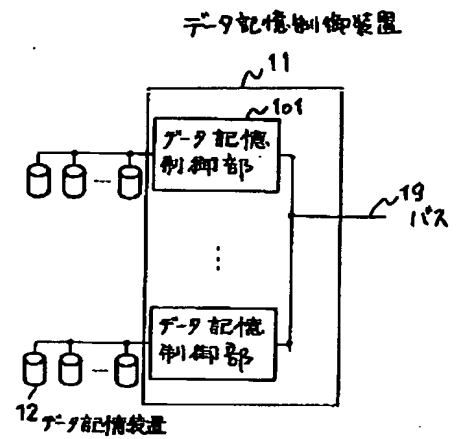
【図3】



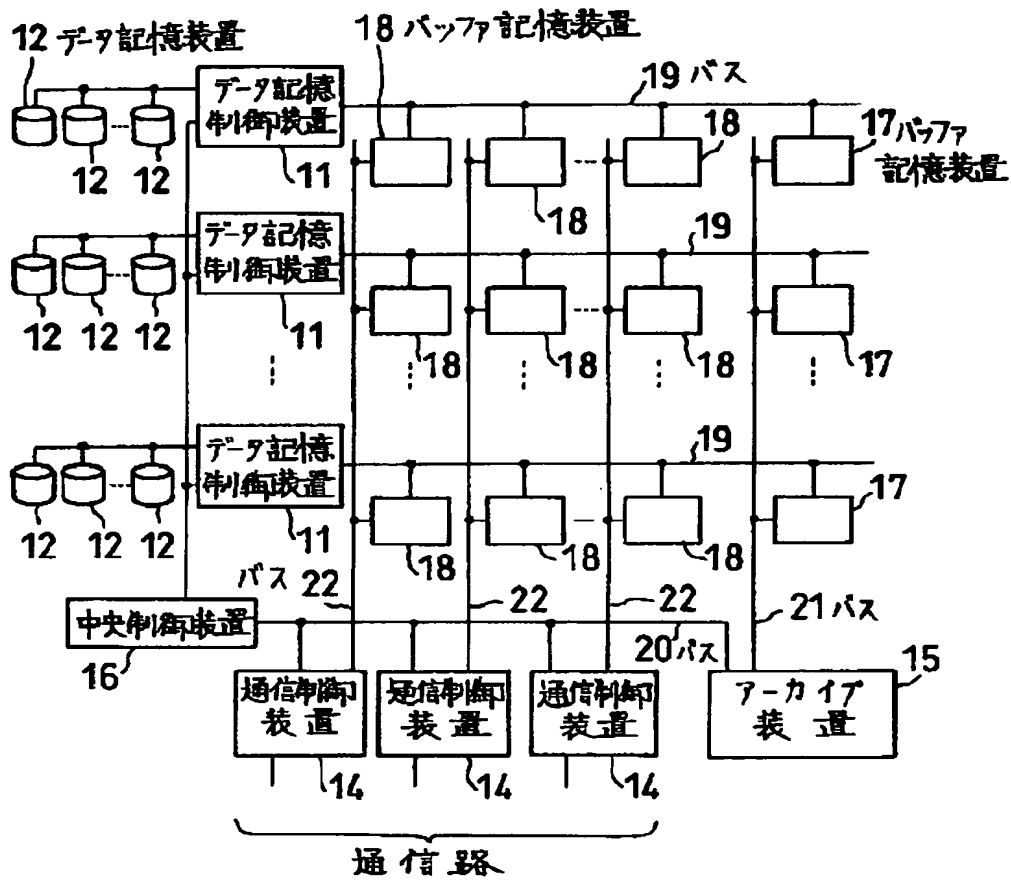
【図 4】



【図 6】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.